

---

---

**Pétrole et produits connexes —  
Exigences et recommandations pour la  
maintenance des fluides de régulation  
de turbines à base d'esters phosphates  
de triaryle**

*Petroleum and related products — Requirements and guidance for  
the maintenance of triaryl phosphate ester turbine control fluids*  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 11365:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dd4cfacf-952a-4761-bf7c-b92eef5a704e/iso-11365-2017)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dd4cfacf-952a-4761-bf7c-  
b92eef5a704e/iso-11365-2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dd4cfacf-952a-4761-bf7c-b92eef5a704e/iso-11365-2017)



**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 11365:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dd4cfacf-952a-4761-bf7c-b92eef5a704e/iso-11365-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dd4cfacf-952a-4761-bf7c-b92eef5a704e/iso-11365-2017>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2017, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401  
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland  
Tel. +41 22 749 01 11  
Fax +41 22 749 09 47  
copyright@iso.org  
www.iso.org

## Sommaire

Page

|  |           |
|--|-----------|
| Avant-propos.....  | v         |
| Introduction.....  | vi        |
| <b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>2</b> <b>Références normatives</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>4</b> <b>Description des fluides à base d'esters phosphates de triaryle</b> ..... | <b>2</b>  |
| <b>5</b> <b>Précautions de santé et de sécurité</b> .....                            | <b>2</b>  |
| 5.1    Manipulation des fluides.....   | 2         |
| 5.2    Élimination.....  | 3         |
| <b>6</b> <b>Risque d'incendies</b> .....   | <b>3</b>  |
| 6.1    Généralités.....  | 3         |
| 6.2    Méthodes d'extinction des feux.....   | 3         |
| <b>7</b> <b>Compatibilité des matériaux</b> .....                                    | <b>4</b>  |
| 7.1    Joints, peintures, garnitures.....  | 4         |
| 7.2    Isolation des cables électriques.....   | 4         |
| <b>8</b> <b>Facteurs affectant la durée de vie en service</b> .....                  | <b>5</b>  |
| 8.1    Généralités.....  | 5         |
| 8.2    Conception de l'installation.....   | 5         |
| 8.3    Conditions de fonctionnement de l'installation.....                           | 5         |
| 8.4    Maintenance de l'installation.....  | 6         |
| 8.5    Contamination du fluide.....  | 6         |
| 8.5.1    Généralités.....  | 6         |
| 8.5.2    Air.....  | 6         |
| 8.5.3    Eau.....  | 6         |
| 8.5.4    Particules.....   | 6         |
| 8.5.5    Huile minérale.....   | 6         |
| 8.5.6    Savons métalliques.....   | 7         |
| 8.5.7    Produits chlorés.....   | 7         |
| 8.6    Suivi du fluide en service.....   | 7         |
| 8.7    Purification du fluide.....   | 7         |
| 8.8    Appoints.....   | 8         |
| <b>9</b> <b>Livraison et stockage</b> .....  | <b>8</b>  |
| <b>10</b> <b>Nettoyage du système</b> .....  | <b>8</b>  |
| <b>11</b> <b>Échantillonnage du fluide</b> .....                                     | <b>9</b>  |
| 11.1    Généralités.....   | 9         |
| 11.2    Récipients.....  | 9         |
| 11.3    Échantillonnage en service.....  | 9         |
| 11.3.1    Généralités.....   | 9         |
| 11.3.2    Points d'échantillonnage.....  | 10        |
| 11.3.3    Précautions à prendre pour l'échantillonnage en ligne.....                 | 10        |
| 11.3.4    Échantillonnage à partir d'une citerne de transport ou d'un réservoir..... | 10        |
| 11.4    Échantillonnage des fluides neufs.....                                       | 11        |
| 11.5    Étiquetage.....  | 11        |
| <b>12</b> <b>Procédures recommandées pour le suivi du fluide en service</b> .....    | <b>11</b> |
| 12.1    Aspect et couleur.....   | 11        |
| 12.2    Teneur en eau.....   | 12        |
| 12.3    Indice de neutralisation (Indice d'acide - AN).....                          | 13        |
| 12.4    Propreté du fluide.....  | 13        |
| 12.5    Résistivité en courant continu.....  | 14        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 12.6      | Teneur en chlore.....  | 14        |
| 12.7      | Teneur en huile minérale.....  | 14        |
| 12.8      | Viscosité.....   | 15        |
| 12.9      | Désaération.....   | 15        |
| 12.10     | Moussage.....  | 16        |
| <b>13</b> | <b>Examen d'un fluide neuf.....</b>  | <b>16</b> |
| 13.1      | Programme d'essais pour un fluide neuf.....  | 17        |
| 13.2      | Exigences d'acceptation après mise en service d'une nouvelle charge de fluide..... | 17        |
| <b>14</b> | <b>Examen des fluides en service.....</b>  | <b>18</b> |
| 14.1      | Généralités.....   | 18        |
| 14.2      | Analyse de tendance.....   | 21        |
|           | <b>Bibliographie.....</b>  | <b>22</b> |

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 11365:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dd4cfacf-952a-4761-bf7c-b92eef5a704e/iso-11365-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dd4cfacf-952a-4761-bf7c-b92eef5a704e/iso-11365-2017>

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 28, *Pétrole et produits connexes, carburants et lubrifiants d'origine synthétique ou naturelle*, sous-comité SC 4, *Classifications et spécifications*.

Cette première édition de l'ISO 11365 annule et remplace l'ISO/TS 11365:2011.

## Introduction

Nombre de fabricants de turbines ou de centrales électriques ont des exigences normalisées pour la maintenance des fluides hydrauliques de régulation à base d'esters phosphates de triaryle. Une comparaison de ces exigences a permis de développer le présent document. Toutefois, les recommandations données dans ce document le sont à titre de guide et ne doivent pas être considérées comme absolues. Lors de l'interprétation des résultats et de la décision d'actions, il est nécessaire de prendre en compte les divers facteurs tels que les conditions d'utilisation, le type d'équipement, la tendance générale d'évolution des caractéristiques du fluide.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 11365:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dd4cfacf-952a-4761-bf7c-b92eef5a704e/iso-11365-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dd4cfacf-952a-4761-bf7c-b92eef5a704e/iso-11365-2017>

# Pétrole et produits connexes — Exigences et recommandations pour la maintenance des fluides de régulation de turbines à base d'esters phosphates de triaryle

**AVERTISSEMENT** — L'utilisation du présent document peut impliquer l'intervention de produits, d'opérations et d'équipements à caractère dangereux. Le présent document n'est pas censé aborder tous les problèmes de sécurité concernés par son usage. Il est de la responsabilité des utilisateurs de ce document de prendre les mesures appropriées pour assurer la sécurité et préserver la santé du personnel avant son application, et pour répondre aux exigences réglementaires et statutaires à cette fin.

## 1 Domaine d'application

Le présent document est applicable aux fluides difficilement inflammables à base d'esters phosphates de triaryle utilisés comme fluides hydrauliques de régulation pour turbines ou autres systèmes de régulation des centrales électriques. Ces fluides appartiennent à la catégorie HFDR de l'ISO 6743-4[1].

L'objet de ce document est:

- d'assister l'opérateur de centrale électrique à garder le fluides dans des conditions qui assurent la sécurité et la fiabilité de la turbine tout en optimisant la durée de vie du fluide;
- de recommander des procédures pour contrôler les livraisons de fluide neuf et pour surveiller l'état du fluide en cours d'utilisation;
- de fournir des informations sur les règles de manutention, de stockage et de disposition de ce type de fluides;
- de présenter des informations de fond concernant les causes de dégradation de ces fluides.

## 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 3170, *Produits pétroliers liquides — Échantillonnage manuel*

ISO 3722, *Transmissions hydrauliques — Flacons de prélèvement — Homologation et contrôle des méthodes de nettoyage*

ISO 4021, *Transmissions hydrauliques — Analyse de la pollution par particules — Prélèvement des échantillons de fluide dans les circuits en fonctionnement*

## 3 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

## 4 Description des fluides à base d'esters phosphates de triaryle

Les phosphates de triaryle sont des mélanges complexes de produits issus de la réaction de l'oxychlorure de phosphore avec des phénols substitués comme le xylénol ou le tert-butylphénol et ont été utilisés comme fluides résistants à l'inflammation dans les applications de production d'énergie depuis plus de 55 ans. Tandis que les premiers fluides étaient neurotoxiques à cause de la présence de tri-o-crésyle phosphate, les produits commercialement disponibles depuis les 35 dernières années ont été exempts de ce composé et ont un très faible niveau de neurotoxicité. Les esters phosphates modernes sont fabriqués pour satisfaire les très sévères exigences de santé et de sécurité du Rapport technique CEN/TR 14489[2]. Toutefois, comme ces exigences sont susceptibles de changer, il est recommandé de contacter les fabricants de fluides pour prendre connaissance des informations en cours. Comme tous les produits chimiques, il convient de manipuler les esters phosphates de manière responsable. Les recommandations santé et sécurité données dans le présent document sont destinées à minimiser l'exposition et à fournir des marges de sécurité pour la sécurité des personnels manipulant ce type de fluides

Les fluides à base d'esters phosphates de triaryle présentent en principe une bonne résistance à l'oxydation, des propriétés de séparation d'air moyennes à bonnes, et une faible tendance au moussage. Toutefois, ils sont sensibles à l'hydrolyse. Ces propriétés vont, bien entendu, se détériorer lentement au cours de la vie du fluide. Tandis que certaine détérioration peut être tolérée parce que sans effet sur la performance du système, de bonnes procédures de suivi sont nécessaires pour déterminer quand les propriétés ont suffisamment changé pour nécessiter une action.

L'ISO 10050[3] est la norme de spécification des fluides hydrauliques à base d'esters phosphates de triaryle neufs, lorsque ces derniers sont utilisés dans les applications de génération d'électricité.

Pour des informations complémentaires sur la composition et la performance technique de ces produits, il est conseillé de consulter la littérature technique adaptée, disponible auprès des fabricants ou des fournisseurs des fluides.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dd4cfacf-952a-4761-bf7c-b92eef5a704e/iso-11365-2017>

## 5 Précautions de santé et de sécurité

### 5.1 Manipulation des fluides

Les fluides à base d'esters phosphates de triaryle ont une très faible pression de vapeur et une excellente stabilité et, dans les conditions normales de fonctionnement, n'émettent pas de vapeurs nocives. Il n'a pas été signalé de cas d'intoxication par exposition continue lorsque des précautions raisonnables de manipulation sont prises.

Toutefois, lors de la manipulation d'esters phosphates tous les personnels doivent être informés de la nature du produit et considérer les recommandations données ci-après:

- l'ingestion accidentelle du fluide ou l'inhalation de vapeurs à des températures élevées, qui sont les voies principales d'introduction dans l'organisme, peuvent être nocives et il convient de les éviter. En cas d'ingestion, il est bon d'apporter immédiatement des soins médicaux appropriés.
- il convient de porter en permanence des lunettes de protection lorsque l'on manipule du fluide ou lorsque l'on travaille sur les organes de commande hydraulique ou autres systèmes contenant du fluide. Les projections dans les yeux peuvent causer une forte irritation. S'il survient des projections de fluide dans les yeux, il faut rincer ceux-ci abondamment à l'eau le plus tôt possible, et consulter un médecin ou un ophtalmologiste.
- manger, boire et fumer en manipulant du fluide doit être interdit pour éviter la contamination des lèvres et de la bouche. Après avoir manipulé du fluide et avant de manger, de boire ou de fumer, il faut se laver minutieusement les mains.



- le contact du fluide avec la peau représente un danger minime, et des mesures normales d'hygiène préviendront tout effet nocif. Aucun cas de maladie n'a été signalé à la suite d'expositions de la peau de courte durée. Toutefois, une exposition continue à un fluide dégradé, qui est acide, doit être évitée. La protection peut être assurée en portant des gants de protection imperméables ou bien des crèmes protectrices. En cas de contact important et prolongé avec le fluide, il convient de veiller tout particulièrement au nettoyage minutieux de la peau et au changement des vêtements souillés.
- s'il se produit une fuite de fluide sur des canalisations chaudes, il se peut que des fumées blanches soient émises. Si celles-ci sont inhalées, elles peuvent causer une irritation de la gorge et des poumons. Ainsi donc, lorsqu'on travaille dans un environnement où des fumées ont été émises, il faut porter un appareil respiratoire

Si nécessaire, de plus amples informations sur la manipulation de ces produits et la sécurité peuvent être obtenues chez les fabricants ou les fournisseurs de ces fluides.

## 5.2 Élimination

Il faut empêcher, autant que faire se peut, que les fuites d'esters phosphates n'aillent dans les canalisations d'écoulement de surface. Il convient que les fluides qui ont fui depuis les récipients ou depuis le système soient absorbés sur du sable, de la sciure de bois ou tout autre absorbant approprié et éliminés en conformité avec les réglementations en vigueur.

L'élimination des fluides en vrac usés doit être soigneusement contrôlée pour éviter la contamination de l'environnement. Tout produit usé doit être considéré comme potentiellement dangereux et doit être éliminé conformément aux réglementations en vigueur.

## 6 Risque d'incendies (standards.iteh.ai)

### 6.1 Généralités

ISO 11365:2017

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dd4cfacf-952a-4761-bf7c-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dd4cfacf-952a-4761-bf7c-102ee5a704a/iso-11365-2017)

Les fluides à base d'esters phosphates de triaryle sont difficilement inflammables et n'entretiennent pas aisément la combustion, mais ils ne peuvent pas être considérés comme non inflammables.

S'il apparaît une fuite de fluide du système hydraulique vers un calorifugeage, il peut se décomposer dans le calorifugeage avec une émission de fumée, et éventuellement donner naissance à un feu couvant. Il convient donc de prévoir une bonne ventilation des endroits où il y a risque d'incendie.

La meilleure méthode pour éviter les risques d'incendie est de prévenir les fuites de fluide, en respectant les instructions opératoires et de maintenance, et en maintenant toujours le matériel en bon état. Dans les zones où l'expérience a montré que des fuites peuvent se produire en cours de fonctionnement, les mesures suivantes donneront une protection complémentaire:

- rendre étanche tout le calorifugeage exposé aux fuites de fluide avec un enduit de finition pour fournir une surface non poreuse;
- couvrir le calorifuge exposé avec des coquilles d'aluminium pour éviter l'entrée de fluide;
- prévoir des cuvettes d'égouttage pour diriger le fluide épanché hors du calorifugeage vers des points de captage;
- remplacer tout calorifuge dont l'isolant a absorbé le fluide.

### 6.2 Méthodes d'extinction des feux

Si un fluide à base d'esters phosphates de triaryle est allumé comme décrit ci-dessus, le feu peut être éteint avec de la mousse, de la poudre sèche, du dioxyde de carbone ou de l'eau. Toutefois, en cas d'utilisation d'eau, il convient de prendre soin de minimiser le contact direct avec des parties chaudes en acier, puisque cela peut causer un refroidissement rapide avec d'importantes déformations ou

craquelures. Si l'eau est utilisée à proximité de composants électriques, cela peut provoquer des courts-circuits et de la corrosion.

En cas de feu de calorifugeage, il est recommandé d'éliminer tout calorifugeage endommagé – de préférence quand les tuyaux sont refroidis et le feu éteint. Il convient ensuite de remplacer le calorifugeage. Si le calorifuge est découpé, il convient de le jeter dans un récipient et de le couvrir pour arrêter la combustion, la décomposition et l'émission de fumée. Il est recommandé de porter des gants et des vêtements de protection, ainsi qu'un masque lorsque l'on manipule le calorifuge en feu couvant.

## 7 Compatibilité des matériaux

### 7.1 Joints, peintures, garnitures

La plupart des joints, des peintures et des garnitures que l'on trouve communément dans les systèmes hydrauliques utilisant des fluides à base pétrolière ne sont pas compatibles avec les fluides à base d'esters phosphates de triaryle. L'utilisation de joints et de garnitures non appropriées peut provoquer le gonflement et l'érosion des matériaux et conduire à des fuites de fluide ou au gommage de parties en mouvement. Les peintures doivent être résistantes aux esters phosphates de triaryle, ou bien alors les surfaces doivent rester nues. Certains métaux tels que le cuivre et le zinc peuvent provoquer une dégradation du fluide, et il est bon de réduire leur utilisation au minimum.

Les matériaux couramment recommandés pour leur utilisation comme joints sont le polytétrafluoréthylène (PTFE), le caoutchouc fluorocarboné (FKM) et le caoutchouc d'éthylène-propylène diène (EPDM); les flexibles sont généralement en caoutchouc butyl (IIR). Les peintures pouvant être utilisées comprennent les produits à base de résines époxy cuites et d'esters de vinyle.

Il faut attirer l'attention sur le fait que certains matériaux, même ceux considérés comme physiquement compatibles, peuvent altérer les performances du fluide. Par exemple les joints et garnitures à base de silicones doivent être évités car ils ont un effet néfaste sur les propriétés de moussage et de désaération du fluide.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dd4cfacf-952a-4761-bf7c-b92eef5a704e/iso-11365-2017>

S'il y a quelques doutes concernant le remplacement de joints ou d'autres parties du système hydraulique, le fournisseur du fluide ou le constructeur du système doit être consulté.

### 7.2 Isolation des câbles électriques

Le fluide à base d'esters phosphates de triaryle ramollit et dégrade certains matériaux isolants, par exemple, le polychlorure de vinyle (PVC). Il convient donc de ne pas utiliser une isolation contenant du PVC à proximité du système de régulation. Les fabricants de fluide recommandent le polytétrafluoréthylène, le polyamide, le polyéthylène ou le polypropylène, mais il convient de prendre contact, dans les cas spécifiques, avec les fournisseurs du câble électrique, car une grande variété de matériaux d'isolation et de revêtements sont utilisés.

Il convient de prendre soin d'éviter que le fluide se répande sur l'isolation des câbles électriques et dans les zones où des épanchements peuvent se produire, il convient de protéger le câblage électrique.

Si une isolation de câble de composition inconnue est accidentellement entré en contact avec le fluide, il convient de la nettoyer avec des chiffons trempés de préférence dans un solvant qui enlève le fluide et n'endommage pas l'isolation. Les solvants chlorés ne doivent pas être utilisés. Il convient alors d'inspecter périodiquement les câbles pour vérifier s'ils ne souffrent d'aucune détérioration.

## 8 Facteurs affectant la durée de vie en service

### 8.1 Généralités

La durée de vie en service des fluides à base d'esters phosphates de triaryle est affectée par les facteurs suivants:

- conception de l'installation;
- conditions de fonctionnement de l'installation;
- maintenance de l'installation;
- contamination du fluide;
- contrôle de l'état du fluide;
- traitement ou purification du fluide;
- taux d'appoints en fluide.

Des explications plus précises de ces facteurs sont fournies ci-dessous.

### 8.2 Conception de l'installation

Il existe un grand nombre de types différents de systèmes de régulation. De nombreux facteurs dans la conception ont une influence sur la sévérité de fonctionnement du système de régulation et donc sur la dégradation du fluide. Ces facteurs incluent:

**Type de pompe** – les pompes volumétriques sont la source de deux problèmes:

- a) des volumes importants de fluides sont en circulation continue à des débits élevés sur des vannes de limitation de pression. La température du fluide s'élève dans le limiteur de pression et de la turbulence se crée lors du retour du fluide vers le réservoir. Cela aère le fluide et, à des températures élevées, favorise les dégradations.
- b) si le fluide contient des bulles d'air, elles peuvent être comprimées dans la pompe avec génération de fortes températures sur les parois des bulles. Ce processus est connu sous le terme d'effet Diesel.

**Conception du réservoir** – les orifices de canalisations de réchauffage et de retour du fluide doivent être situées en dessous du niveau le plus bas dans le réservoir et aussi loin que possible de l'orifice d'aspiration de la pompe. La conception doit assurer que tout l'air entraîné ait un temps suffisant pour se séparer du fluide. L'utilisation appropriée de tamis et de baffles qui dirigent le fluide autour du réservoir et évitent un retour rapide du fluide depuis l'orifice des lignes de retour vers l'aspiration de la pompe constituent une aide à la séparation d'air.

**Pressions opératoires** – des pressions élevées provoquent une rapide compression des bulles d'air dans la pompe et le développement de très hautes températures sur les parois des bulles (effet Diesel). Cela provoque aussi des températures élevées lors du passage du fluide dans le limiteur de pression.

### 8.3 Conditions de fonctionnement de l'installation

Le fonctionnement en continu de la turbine soumet le fluide à moins de contraintes que les arrêts et démarrages fréquents, tandis que l'utilisation de réservoir chauffant (le cas échéant) ou le fonctionnement simultané des deux pompes de circulation peuvent entraîner une dégradation significative des fluides.

## 8.4 Maintenance de l'installation

La qualité du fluide est affectée par les fuites d'eau, par exemple; elle l'est aussi par des filtres en fin de vie, ou par des limiteurs de pression mal réglés.

## 8.5 Contamination du fluide

### 8.5.1 Généralités

Comme la plupart des fluides hydrauliques, les phosphates de triaryle sont susceptibles de contamination. Les formes les plus fréquentes de contamination sont indiquées ci-après de [8.5.2](#) à [8.5.6](#).

### 8.5.2 Air

L'air soit sous forme dissout soit sous forme dispersé est un contaminant courant qui provoque la dégradation du fluide par oxydation. L'air dissous peut conduire à la formation de précurseurs de vernis et éventuellement à la formation directe de vernis si les précurseurs précipitent. L'air dispersé (sous forme de bulles) peut provoquer l'effet Diesel lorsque les bulles sont comprimées dans la pompe en provoquant des températures très élevées. Les deux mécanismes (mais surtout l'effet Diesel) peuvent causer la formation de quantités importantes de petites particules (voire à l'échelle inférieure au micromètre) ainsi que de produits acides de dégradation.

### 8.5.3 Eau

Les esters phosphates de triaryle sont sensibles à l'hydrolyse et les produits acides de dégradation formés catalysent cette réaction. En outre, l'acidité produite peut provoquer une corrosion du système, amorcer une érosion des servovalves et réagir avec certains filtres à adsorbant solide pour produire des dépôts gélatineux dans le système. Le contrôle de la teneur en eau est, par conséquent, de première importance. Des événements avec dessiccateur et, dans certains cas, des déshydrateurs sous vide ou des déshydrateurs à membranes sont installés pour réduire le plus possible la contamination par l'eau.

### 8.5.4 Particules

Les systèmes hydrauliques de régulation sont sensibles à la contamination particulaire du fait des jeux très faibles qui existent dans certains des composants. Là où le fluide se déplace à grande vitesse, les particules peuvent être abrasives et leur dépôt dans des zones critiques peut empêcher le fonctionnement du système. Elles peuvent se trouver là après le montage de l'installation, ou être présentes dans le fluide d'origine, ou être produites en service par usure, dégradation du fluide et/ou corrosion du système.

Pour réduire les niveaux particuliers, l'installation doit être rincée minutieusement avant utilisation, et le fluide neuf ajouté au système doit être filtré préalablement à travers un filtre absolu de 5  $\mu\text{m}$  ( $\beta = 1\ 000$ ). En service, une filtration fine est essentielle pour maintenir un niveau acceptable de propreté du fluide.

### 8.5.5 Huile minérale

Il convient de mettre tout en œuvre pour éviter une contamination par de l'huile minérale, parce que cela peut entraîner une détérioration de la résistance au feu. Des dépôts peuvent aussi se former par suite d'une réaction entre l'ester phosphates de triaryle et certains additifs de l'huile minérale, et entraîner un grippage d'éléments délicats de régulation. Une faible quantité d'huile minérale peut également altérer les caractéristiques de moussage et de désaération du fluide de régulation. à la différence des autres contaminants du fluide, qui peuvent normalement être retirés ou réduits par purification *in situ*, l'huile minérale dissoute dans l'ester phosphates de triaryle ne peut pas être éliminée par ces méthodes.